

Modele su Balance del Agua



Propósito

Utilice los datos de GLOBE sobre temperatura, latitud y precipitación para modelar el cambio del almacenamiento de agua en el suelo a lo largo de un año y luego compare su modelo con los datos de GLOBE sobre el contenido de agua en el suelo y la información de Biometría.

Visión General

Los estudiantes crearán un modelo físico utilizando vasos para representar la columna del suelo que ilustra el balance del agua del suelo. Usarán información del Servidor de Datos de GLOBE para calcular la evapotranspiración potencial (la cantidad de agua que se requiere para cumplir la demanda del mes), las temperaturas mensuales promedio y la precipitación de su modelo. También construirán un modelo que represente el balance del agua del suelo en su sitio.

Tiempo

- Un período de clases para calcular los valores
- Un período de clases para elaborar el modelo
- Un período de clases para probar las hipótesis

Nivel

Intermedios y avanzados

Conceptos Claves

- El suelo almacena agua.
- El suelo tiene cierta capacidad para retener agua (capacidad de campo).
- Las temperaturas elevadas y los períodos largos de luz del día aumentan la evapotranspiración
- La precipitación no es igual a la cantidad de agua que se almacena en el suelo
- El contenido de agua del suelo se relaciona con el crecimiento vegetativo

Destrezas

- Medición del volumen y longitud
- Seguimiento de instrucciones
- Construcción de modelos
- Recuperación de información del Servidor de GLOBE
- Lectura de gráficos
- Cálculo de promedios
- Prueba de hipótesis utilizando modelos
- Elaboración de gráficos de los datos de GLOBE

Materiales y Herramientas

- 14 tubos de precipitación, vasos o cilindros graduados (aproximadamente de 20 a 25 cm de alto, o con la altura suficiente como para retener la precipitación total del mes más húmedo de su sitio modelo).
- Agua (u otro medio para representar la precipitación, por ejemplo arroz)
- Marcadores rojo y negro
- Regla
- Información de un ejemplo o del Servidor de GLOBE

Preparación

Para la actividad previa: recopilar información de GLOBE sobre temperatura, precipitación, GPS, suelo, humedad, biomasa e hidrología.

Prerequisitos

Cálculos matemáticos sencillos, lectura de gráficos, utilización del Servidor de Datos de GLOBE.



Antecedentes

La cantidad de agua que se almacena en el suelo de su sitio puede calcularse analizando el balance del agua de su zona. El contenido del agua de su suelo varía según el balance entre el agua acumulada debido a la precipitación y el agua perdida por la evaporación y la transpiración. Las cantidades combinadas de agua perdida por efecto de la evaporación y la transpiración se denominan evapotranspiración. La proporción máxima de evapotranspiración se alcanzaría si el agua siempre estuviera disponible, lo cual se denomina evapotranspiración potencial. El contenido de agua del suelo es un factor clave a la hora de determinar cuáles plantas pueden crecer en su zona. Varios factores controlan el contenido de agua del suelo, entre los cuales se cuentan la temperatura, la duración de la luz del sol, la cantidad de cobertura de suelo y la cantidad de precipitación. Se podría pensar que los meses de mayor precipitación son también los de mayor contenido de agua en el suelo. Puede que sea cierto, pero puede que no, si las temperaturas son tan elevadas, ¡puesto que el agua se evapora! Los científicos estudian el balance del agua en una zona para predecir qué tipo de plantas podrán crecer allí y cuándo estarán en crisis debido a la falta de agua.

Preparación

Analice con sus alumnos la importancia del agua contenida en el suelo. Quizás sería buena idea realizar la actividad *Colarse Simplemente*, para ilustrar la capacidad de retención de los distintos suelos.

Saque una copia de las Hojas de Trabajo para que las usen sus alumnos.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Examine los datos de la figura HI-AC-16.

Precipitación = Cantidad total de precipitación al mes.

Agua Requerida (EP) = Potencial Evapotranspiración es la cantidad total de agua que se podría perder a través de la evaporación y la transpiración si el agua estuviera siempre disponible.

Agua extra = La precipitación que excede a la cantidad requerida.

Agua extra requerida = El agua requerida por el almacenamiento para resarcirse de una reducción en la precipitación.

Almacenamiento de agua = El agua almacenada en el suelo disponible para las plantas (no puede exceder 100 mm, porque esta es la capacidad de campo para este sitio).

Escasez de agua = Agua que se necesita en exceso a la precipitación y el almacenamiento en el suelo.

Arrastre = El agua que se pierde por efecto del arrastre cuando la precipitación es mayor de lo que se requiere y el almacenamiento del suelo ya ha completado su capacidad.

Temperatura = Promedio mensual de la temperatura.

Figura HI-AC-16: Tabla de Balance del Agua en el Monte Lemmon, AZ Datos de Práctica.

Meses	Ene.	Feb.	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Precipitación (mm)	69	23	98	56	9	23	183	71	23	32	68	54	
Agua requerida (PE en mm)	13	7	16	33	64	99	101	96	86	60	27	7	
Agua extra													
Agua extra requerida													
Agua almacenada													
Escasez de agua													
Arrastre													
Temperatura (promedio en Celsius)	2	2	4	8	12	17	18	17	16	12	7	3	

1. ¿Cuál es el mes de mayor precipitación? ¿Y el de menor?
2. ¿Cuál es el mes más cálido? ¿Y el más frío?
3. ¿Durante qué meses el agua requerida será mayor que la precipitación (EP)?
4. ¿En qué meses se podría esperar tener arrastre?
5. Proponga una hipótesis acerca de en qué mes o meses usted esperaría tener escasez de agua. Registre su hipótesis y el fundamento de la misma en el Cuaderno de Ciencias GLOBE.

Establecimiento del Modelo

1. Asigne 12 contenedores que representan los meses del año y márkelos desde enero hasta diciembre. Vea la figura HI-AC-17.
2. Busque en la tabla la cantidad de evapotranspiración potencial (EP) que se requiere para cada mes. Dibuje una línea en cada contenedor con un marcador que muestre los milímetros de EP requerida para cada mes.
3. Marque el contenedor número 13 como de almacenamiento. Dibuje una línea en los 100 mm del contenedor para indicar cuándo se ha llenado la capacidad de almacenamiento.

Utilización de su Modelo

1. Empiece el modelaje de su balance de agua midiendo en el tubo de precipitación la cantidad de lluvia que haya recibido en enero. Luego siga los pasos detallados a continuación:
 - Si cuenta con más precipitación de la que necesita en un mes, llene el contenedor de ese mes sólo hasta la línea EP y luego vierta el agua extra del tubo de precipitación en el contenedor de almacenamiento.
 - El contenedor de almacenamiento sólo puede llenarse hasta el nivel de 100 mm. El agua extra será de arrastre y se la debe tirar.
 - Si no cuenta con precipitación suficiente para llenar algún mes hasta la línea EP, vierta toda la precipitación en el contenedor del mes. Saque agua del recipiente de almacenamiento y viértala en el contenedor del mes hasta que llegue a la línea EP.
 - Si aún así no cuenta con suficiente agua incluso después de haber vertido toda la precipitación del tubo y de haber utilizado agua almacenada, trace una línea roja en el vidrio marcando el nivel de agua para dar a conocer que ha habido escasez de agua.
2. A medida que vaya creando el modelo de balance de agua, llene la hoja de trabajo de

Figura HI-AC-17: Definición del Modelo del Balance de Agua





la tabla de balance de agua con los datos correspondientes a cada mes. (Revise el ejemplo de la tabla de balance de agua que ya está llena en la Hoja de Trabajo de la Tabla de Balance de Agua)

3. Repita estos pasos en todos los meses. Siga los meses en orden para poder conocer cuánto se almacena en cada mes.

Notas:

1. Puede usarse arena, arroz o cualquier otro material en lugar de agua.
2. Pruebe a comenzar esta experiencia en enero y luego empiece en octubre. En los Estados Unidos y en otras zonas, los hidrólogos definen un “año de agua” desde octubre, antes de la estación invernal de acumulación de nieve. ¿Obtiene usted resultados diferentes?

Analice sus Resultados

1. ¿En qué meses hubo escasez de agua? ¿Esto concuerda con sus hipótesis? ¿Existen algunas variables que se puedan tomar en cuenta a la hora de lanzar hipótesis sobre la escasez de agua en su zona?
2. ¿Ocurre la escasez de agua siempre en los meses con menores niveles de precipitación?
3. ¿Ocurre la escasez de agua siempre en los meses con las temperaturas más elevadas?
4. ¿En qué meses se podrían esperar inundaciones? Fundamente sus hipótesis.

Prueba de Otras Hipótesis con su Modelo

Elabore hipótesis que predigan la forma en la que el balance del agua variará junto con los cambios en las variables.

1. ¿Qué sucede si el invierno es especialmente húmedo? (aumenta la precipitación de invierno)
 2. ¿Qué sucede si el verano es más seco que de costumbre? (reduce la precipitación en verano)
 3. ¿Qué sucede si tiene un verano más caluroso de costumbre? (aumenta la cantidad de agua requerida -EP- para los meses de verano).
 4. ¿Qué sucede si aumenta su agua almacenada construyendo un reservorio artificial? (aumenta la cantidad almacenada a 15 mm)
- Compruebe sus hipótesis modificando las

variables de la tabla y realizando el modelo nuevamente.

Adaptación Para Estudiantes Mayores

Pida a sus alumnos que llenen la tabla de la hoja de trabajo sobre balance del agua con información de su propio lugar o usando la de GLOBE.

1. Averigüe el promedio de precipitación mensual de cada mes y llene la fila correspondiente a precipitación en la tabla.
 2. Averigüe la temperatura mensual promedio de cada mes y llene la fila correspondiente a temperatura en la tabla.
 3. Averigüe la latitud de su lugar y llene la latitud.
 4. Averigüe la EP de cada mes y llene la fila de EP en la tabla. (La EP se puede calcular utilizando la hoja de trabajo sobre cómo calcular la EP del apéndice).
 5. Averigüe la diferencia entre precipitación y el agua requerida (EP) para el mes.
 - Si existe más agua de la que se necesita, registre la diferencia en la fila de agua extra.
 - También ingrese esta diferencia en la fila correspondiente al agua almacenada, añadiendo a este valor cualquier agua que ya esté almacenada desde el mes anterior.
- Nota:** Durante el primer mes no va a tener un número para añadir del mes anterior, de modo que sólo registre la diferencia.
- La cantidad almacenada no puede ser <0 ó >100 . Coloque la cantidad que exceda los 100 mm como si fuera arrastre.
 - Si existe menos agua de la que se requiere, registre la diferencia en la fila del agua extra requerida.
 - Reste (agua de almacenamiento del mes anterior) / (agua extra requerida para el mes actual).
 - Registre el valor resultante en el casillero del almacenamiento de agua para el presente mes si es >0 .
 - Si el número es <0 , registre 0 en el casillero de almacenamiento de agua y su respuesta en el casillero de escasez de agua.

6. Los estudiantes también deben calcular la cantidad real de pérdida de agua mediante la evapotranspiración:

Si la precipitación > EP:

La evapotranspiración real = EP

Si la precipitación < EP (siempre y cuando exista agua almacenada)

La evapotranspiración real = precipitación + agua extra requerida.

Únicamente puede añadir la cantidad de agua disponible en el recipiente de almacenamiento.

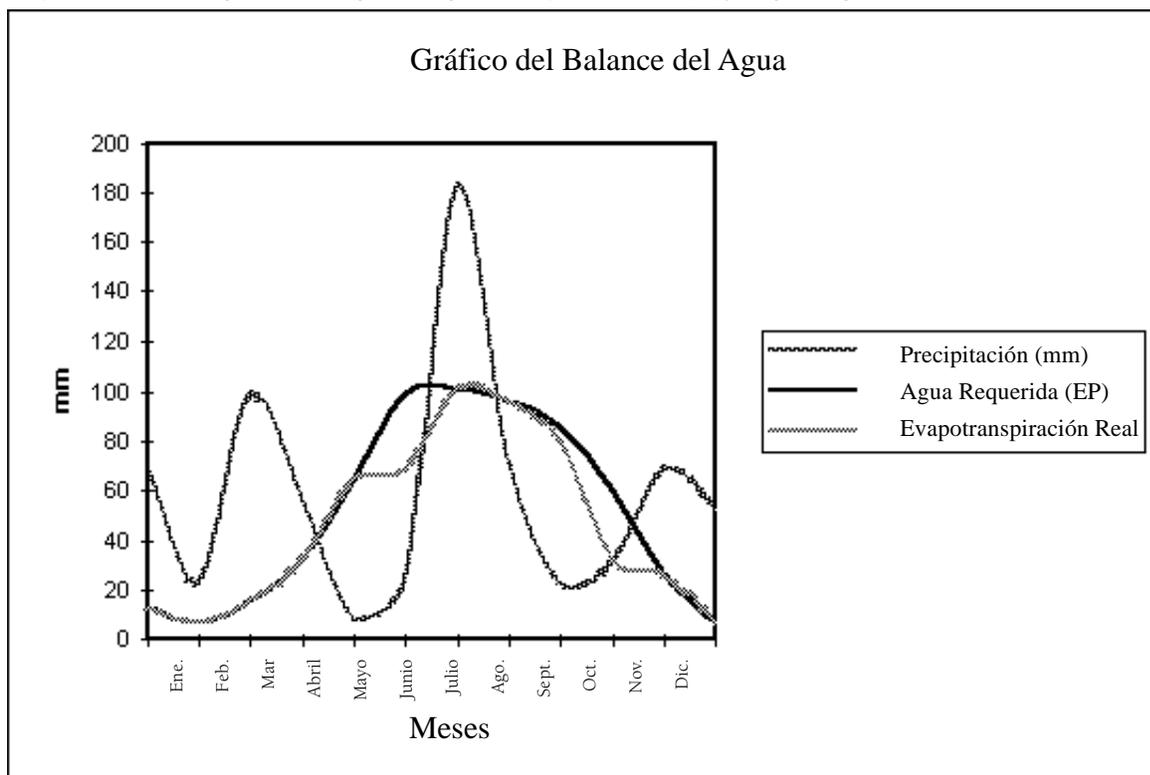
Elabore un gráfico de la precipitación, la evapotranspiración real y la EP (3 líneas) del lugar utilizando los meses en el eje de la X y los mm de agua en el eje de la Y para la precipitación y precipitación real. Vea la figura HI-AC-18. Examine el gráfico y la sombra de las zonas en las que ha tenido exceso de agua, escasez, utilización de la escasez y recarga y arrastre.

Elabore una hipótesis sobre cuán cerca las otras variables pueden relacionarse con el balance del

agua. Utilice el Servidor de Datos de GLOBE para investigar su hipótesis.

1. Analice los datos de GLOBE sobre humedad del suelo del lugar donde ha elaborado el modelo de balance del agua. ¿Qué relación puede encontrar entre su modelo y los datos sobre la humedad del suelo?
2. Compare los datos de GLOBE sobre la biomasa del lugar donde usted modela el balance del agua. ¿Están cercanos unos de otros? ¿Hay ocasiones de mayor biomasa cuando hay más cantidad de agua disponible?
3. Elabore un gráfico de sus mediciones de la química del agua. ¿Existen muchos indicios de posibles cambios en el balance del agua que pudieran afectar la calidad de un cuerpo acuático?

Figura HI-AC-18: Ejemplo de Gráfico para Precipitación, Agua Requerida (EP) y Evapotranspiración Real



Investigación de Hidrología

Hoja de Trabajo de la Tabla de Balance del Agua

Meses	Ene.	Feb.	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Precipitación (mm)													
Agua requerida (PE en mm)													
Agua extra													
Agua extra requerida													
Agua almacenada													
Escasez de agua													
Arrastre													
Temperatura (promedio en Celsius)													

Ejemplo: Tabla Llena del Balance del Agua (Datos del Monte Lemmon, Arizona, Estados Unidos)

Meses	Ene.	Feb.	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Precipitación (mm)	69	23	98	56	9	23	183	71	23	32	68	54	
Agua requerida (EP en mm)	13	7	16	33	64	99	101	96	86	60	27	7	
Agua extra	56	16	82	23			82				41	47	
Agua extra requerida					55	76		25	63	28			
Agua almacenada	56	72	100	100	45	0	82	57	0	0	41	88	
Escasez de agua						31			6	28			
Arrastre			54	23									
Evapotranspiración Real	13	7	16	33	64	68	101	96	80	32	27	7	
Temperatura (promedio en Celsius)	2	2	4	8	12	17	18	17	16	12	7	3	

Investigación de Hidrología

Hoja de Trabajo Para Calcular la Evapotranspiración Potencial

Esta hoja de trabajo le permitirá calcular la evapotranspiración potencial (EP) de cualquier lugar utilizando los datos sobre temperatura y latitud del servidor de GLOBE. La evapotranspiración potencial luego puede utilizarse en la actividad del balance del agua.

Paso 1

Averigüe la temperatura promedio mensual de su sitio utilizando el Servidor de Datos de GLOBE

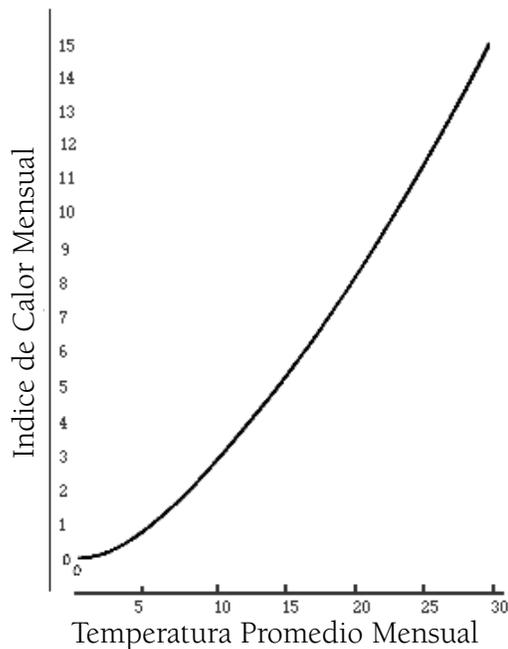
Temperatura Promedio Mensual:

Enero__Febrero__Marzo__Abril__Mayo__Junio__
Julio__Agosto__Septiembre__Octubre__Noviembre__Diciembre__

Paso 2

Averigüe los **Indices de Calor** de cada mes basándose en el gráfico de abajo.

Indice de Calor Mensual



Enero__Febrero__Marzo__Abril__Mayo__Junio__
Julio__Agosto__Septiembre__Octubre__Noviembre__Diciembre__

Paso 3

Añada los índices de calor mensuales al Índice de Calor Anual.

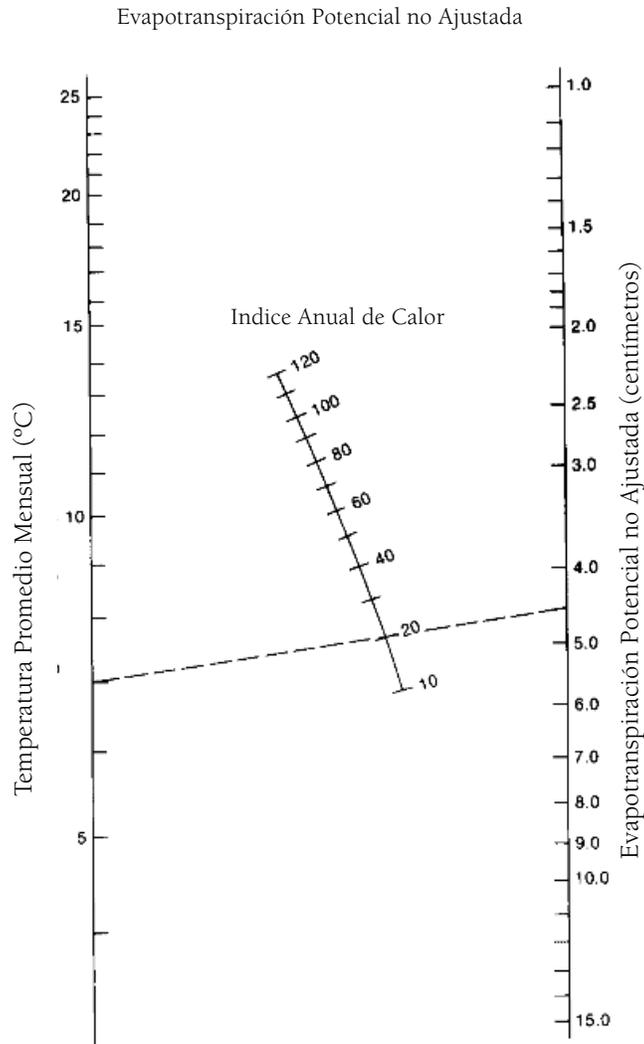
Índice de Calor Anual:_____

Hoja de Trabajo Para Calcular la Evapotranspiración Potencial (continuación)

Paso 4

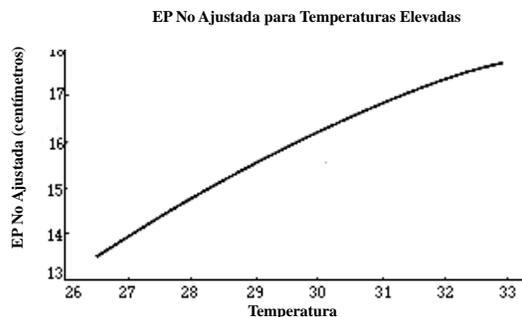
Utilizando el índice de calor anual y la temperatura promedio mensual, averigüe la evapotranspiración potencial no ajustada en el gráfico que viene a continuación.

NOTA: Si la temperatura promedio del mes es inferior a 0, la evapotranspiración potencial no ajustada de ese mes será 0. Si la temperatura promedio del mes es mayor que 26,5, utilice la evapotranspiración potencial no ajustada para el gráfico de temperaturas altas que viene a continuación.



Nota: Para utilizar el gráfico anterior, averigüe la temperatura promedio mensual de su lugar en el eje izquierdo y el índice de calor anual en el centro. Trace una línea recta que una los dos puntos y continúe hasta que cruce la línea de la evapotranspiración potencial no ajustada en la derecha. Lea la EP no ajustada en esta línea y registre el valor en la parte inferior. Para temperaturas mayores, utilice el gráfico que viene a continuación para leer la EP no ajustada directamente de la temperatura.

Hoja de Trabajo Para Calcular la Evapotranspiración Potencial (continuación)



Evapotranspiración Potencial No Ajustada para cada mes

Enero ___ Febrero ___ Marzo ___ Abril ___ Mayo ___ Junio ___
 Julio ___ Agosto ___ Septiembre ___ Octubre ___ Noviembre ___ Diciembre ___

Paso 5

Registre el Factor de Corrección de cada mes en la tabla que viene a continuación.

Enero ___ Febrero ___ Marzo ___ Abril ___ Mayo ___ Junio ___
 Julio ___ Agosto ___ Septiembre ___ Octubre ___ Noviembre ___ Diciembre ___

Paso 6

Multiplique el Factor de Corrección por la EP no ajustada para averiguar la Evapotranspiración Potencial.

Evapotranspiración Potencial

Enero ___ Febrero ___ Marzo ___ Abril ___ Mayo ___ Junio ___
 Julio ___ Agosto ___ Septiembre ___ Octubre ___ Noviembre ___ Diciembre ___

Factores de Corrección a la Luz del Día Para la Evapotranspiración Potencial

Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
10 N	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20 N	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94
30 N	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
40 N	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
50 N	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70
10 S	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
20 S	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	1.09	1.15
30 S	1.20	1.03	1.06	0.95	0.92	0.85	0.90	0.96	1.00	1.12	1.14	1.21
40 S	1.27	1.06	1.07	0.93	0.86	0.78	0.84	0.92	1.00	1.15	1.20	1.29
50 S	1.37	1.12	1.08	0.89	0.77	0.67	0.74	0.88	0.99	1.19	1.29	1.41

Cómo usar la tabla: Para cada mes, busque la latitud del lugar y el mes para averiguar el Factor de Corrección para cada mes.

Nota: Los factores de corrección para la latitud 50N se utilizan en todas las latitudes que están más hacia el norte. Los factores de corrección de la latitud 50S se utilizan en todas las latitudes que están más hacia el sur.

Paso 7

Registre la EP en la fila correspondiente de su Tabla del Balance del Agua.

* Adaptado de Muller, Robert A y Oberlander, T. (1978) *Physical Geography Today: A Portrait of a Planet*, Random House.